

УДК 338.48–52

АНТРОПОГЕНЕТИЧЕСКОЕ ПРОГНОЗИРОВАНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ СПОРТИВНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

**И.Ю. ГРОВОВИКОВА¹, Т.Л. ЛЕБЕДЬ², Н.Г. СОЛОВЬЕВА¹,
Г.А. ПИСАРЧИК², С.Б. МЕЛЬНОВ²**

¹Белорусский государственный педагогический университет имени М. Танка,
г. Минск, Республика Беларусь

²Полесский государственный университет,
г. Пинск, Республика Беларусь

Введение. На сегодняшний день в системе подготовки высококвалифицированных спортсменов до сих пор остается актуальной проблема совершенствования спортивного отбора и спортивной ориентации [1]. Современный профессиональный спорт предъявляет высочайшие требования к двигательным и функциональным характеристикам спортсмена. В настоящее время для спорта высоких достижений характерны предельно интенсивные и продолжительные физические и нервно–психические нагрузки, величины которых лимитируются генетическими и физиологическими возможностями организма человека [2]. В связи с этим остро встает задача повышения эффективности тренировочного процесса, оптимизации всех его сторон, позволяющей определить наличие резервных возможностей организма спортсмена и существенно расширить адаптационный потенциал. Очевидно, что решение данной проблематики невозможно без системного анализа ряда междисциплинарных областей, а также требует уже на ранних этапах спортивной подготовки внедрения принципа индивидуализации [3]. Индивидуальные различия в степени адаптационных изменений в ответ на тренировочные стимулы во многом обусловлены генетическими факторами, определяющими наследственную предрасположенность к выполнению физических нагрузок. Знание врожденных способностей поможет дифференцировать прогностически сильные и слабые стороны физических возможностей человека и, соответственно, сделать верный прогноз спортивной перспективности и осуществить грамотную селекцию спортсменов. Рано и правильно выбранная специализация, отвечающая двигательным и адаптационным возможностям спортсменов, позволяет им быстро прогрессировать и достигать высоких результатов в спорте [4].

Известно, что развитие и проявление физических качеств человека зависит как от наследственных, так и средовых факторов. Организм человека в процессе спортивной деятельности под влиянием регулярных высоких физических нагрузок претерпевает определенные морфофункциональные и физиологические изменения, направленные на расширение диапазона функциональных возможностей и повышение стрессоустойчивости [5]. Выраженность этих изменений определяется возрастными и половыми особенностями индивида и, в большей степени, своеобразием его конституции. Данные морфофункционального статуса являются одними из основных информативных показателей силы, выносливости и степени физической работоспособности, особенно в видах спорта с градацией по весовым категориям [6]. Для установления антропоморфологического профиля и функциональных возможностей спортсменов в практике спортивной медицины широко используются антропометрические и физиологические методы исследования, включающие оценку соматометрических параметров, компонентного состава тела, индексов физического развития, гемодинамических и функциональных показателей [7].

В последнее время наблюдается стремительное развитие молекулярной генетики спорта – науки о закономерностях наследования признаков, значимых в условиях спортивной деятельности, в арсенале которой появились высокоэффективные технологии и методы, обеспечивающие возможность определения молекулярных механизмов наследования человеком физических качеств [8]. Согласно современным представлениям молекулярной генетики спорта, считается, что индивидуальные различия в степени развития тех или иных физических и психических качеств человека во многом обусловлены ДНК–полиморфизмами [9]. Среди полиморфизмов генома человека, которых насчитывается к настоящему времени не менее 13 млн, наиболее распространены однонуклеотидные полиморфизмы SNP (single nucleotide polymorphism, или снипы) – однонуклеотидные позиции в геномной ДНК, для которых в некоторой популяции имеются различные варианты последовательностей (аллели), причем редкий аллель встречается с частотой не менее 1% и не вызывает развития болезни [10].

Применение современных молекулярно–генетических методов позволяет выявить индивидуальные особенности организма человека, определить его предрасположенность к различным видам спортивной деятельности, а также риск возникновения различных заболеваний. Впервые методы молекулярной биологии в сфере спорта были применены К. Бушаром и Х. Монтгомери в 90–х гг. прошлого столетия. В последующих исследованиях были накоплены многочисленные сведения о полиморфных генах, ответственных за развитие физических характеристик человека [11]. Это послужило тому, что в 2000 году была создана генетическая карта, включающая гены, которые хотя бы в одном исследовании выявили ассоциации с физическими показателями и / или влияли на здоровье человека. В ранней версии 2000 года карта включала 29 генов. К настоящему времени известно свыше 130 генов, полиморфизмы которых ассоциированы с развитием и проявлением физических качеств человека [12].

Особого внимания заслуживает ген ангиотензинпревращающего фермента (*ACE*). *ACE* является ключевым компонентом ренин–ангиотензин–альдостероновой системы (*RAAS*), которая отвечает за регуляцию тонуса кровеносных сосудов, поддержание водно–солевого гомеостаза, обеспечивает питание и стимулирует пролиферацию клеток гладкой мускулатуры сосудов и миокарда. При активации *RAAS* увеличивается объем циркулирующей крови и, как следствие, повышается артериальное давление [8]. Ген *ACE* картирован в локусе 17q23, содержит 26 экзонов и, согласно современной информации, включает порядка 100 полиморфизмов [13]. Одним из наиболее функционально значимых является полиморфизм, заключающийся в отсутствии или наличии *Alu*–повторов длиной в 287 пар нуклеотидов в интроне 16. В соответствии с наличием (*insertion*) / отсутствием (*deletion*) данного фрагмента ДНК в гомо– или гетерозиготном состоянии идентифицируются следующие генотипы: *II* – гомозигота по наличию инсерции; *DD* – гомозигота по делеции; *ID* – гетерозигота. Результаты целого ряда исследований свидетельствуют в пользу взаимосвязи *I/D* полиморфизма гена *ACE* с высокими спортивными достижениями [1; 14; 15].

Принимая во внимание взаимообусловленность генетических предпосылок и факторов окружающей среды (тренировок, питания, медицинского сопровождения и т.д.), в качестве модели эффективного прогнозирования результатов спортивной деятельности нами было выбрано комплексное изучение спортсмена путем антропометрических, физиологических и молекулярно–генетических методов.

Методика и объекты исследования. Исследования выполнены на 60 студентах факультета физического воспитания БГПУ имени М. Танка. В исследовании приняли участие 30 спортсменов, занимающихся различными видами спорта. Диапазон квалификации спортсменов составлял от 1–го взрослого разряда до мастера спорта международного класса. Средний возраст мужчин составил 21.53 ± 1.16 лет, женщин – 20.07 ± 0.58 лет. Контрольная группа состояла из 30 человек, не занимающихся профессионально спортивной деятельностью (мужчины – 19.69 ± 0.33 лет, женщины – 19.74 ± 0.36 лет).

Программа исследования включала опрос по разработанной анкете, антропометрические измерения продольных (11), поперечных (6), обхватных (11) и длинностных (5) размеров тела, диаметров костных эпифизов (4), а также толщины кожно–жировых складок (10) по унифицированной методике [16, с. 8–17]. С помощью прибора OMRON BF508 проводили биоимпедансный анализ тела. Измеряли процентное содержание жира в организме и уровень отложения висцерального жира. Рассчитывали и анализировали индексы физического развития: индекс массы тела (MT/DT^2), индекс Рорера (MT/DT^3), индекс отношения объема талии к объему бедер (OT/OB), индекс Пинье ($DT - (MT + ОГК)$), где *MT* – масса тела, *DT* – длина тела, *OT* – обхват талии, *OB* – обхват бедер, *ОГК* – обхват грудной клетки.

Для оценки уровня функционирования системы кровообращения проводились измерения артериального давления аппаратом Рива – Роччи аускультативным методом Короткова, частоты сердечных сокращений пальпаторным методом, рассчитывался индекс функциональных изменений: $ИФИ = 0.011ЧСС + 0.014САД + 0.008ДАД + 0.014В + 0.009MT - 0.009DT - 0.27$, где ЧСС – частота сердечных сокращений в покое (уд/мин), САД – систолическое артериальное давление (мм рт.ст.), ДАД – диастолическое артериальное давление (мм рт.ст.), В – возраст (лет), *MT* – масса тела (кг), *DT* – длина тела (см).

Для молекулярно–генетического анализа инсерционно–делеционного полиморфизма гена *ACE* использовали образцы ДНК мужчин основной ($n=20$) и контрольной ($n=20$) групп. В качестве биологического материала использовали соскоб буккального эпителия испытуемых, забор которого осуществляли с помощью одноразовых стерильных зондов. Геномную ДНК выделяли сорбентным способом, используя стандартные наборы «ДНК–сорб–А». Реакционная смесь для полимеразной

цепной реакции (ПЦР) включала 1 мкл ДНК–матрицы, 2 мкл 10–кратного буфера (10мМ Tris–HCl, 50мМ KCl, 0.01% Tween 20, pH 8.6), 0.8 мкл раствора MgCl₂ (50мМ), 2 мкл дезоксинуклеозидтрифосфатов (dNTPs) (2 мМ каждого из четырех dNTPs), 0.5 мкл Taq–полимеразы (5 ед/мкл) и по 1 мкл праймеров (2 мМ). ПЦР амплификацию для определения I/D–полиморфизма гена ACE проводили с использованием следующих праймеров:

- прямой праймер (п.п.) – 5'–CTGGAGACCACTCCCATCCTTTCT–3';
- обратный праймер (о.п.) – 5'–GATGTGGCCATCACATTCGTCAGAT–3'.

Ожидаемые ПЦР продукты были 479 п.о. и 192 п.о. для генотипов II и DD соответственно [17, с. 10].

Амплификацию проводили на амплификаторе Primus 96 advanced GRADIENT (Германия) по следующей программе: 94°C / 3 мин; 35 циклов: 94°C / 20 с, 58°C / 20 с, 72°C / 20 с.

Анализ длин ПЦР продуктов проводили электрофоретическим разделением в 6% полиакриламидном геле в вертикальной электрофоретической камере Hoefer SE 600 Ruby фирмы Amersham Biosciences и идентифицировали в ультрафиолетовом свете после окрашивания бромистым этидием. Для документирования и фотографирования полученных гелей использовали трансиллюминатор CN–1000 Darkroom (Германия).

Статистическая обработка полученных данных проводилась на персональном компьютере с использованием стандартного пакета программ прикладного статистического анализа «Statistica for Windows 6.0» (StatSoft). Рассчитывали общепринятые показатели описательной статистики и статистики вывода: среднее арифметическое (M), стандартная ошибка среднего (m), среднеквадратическое отклонение (s), 95%–ный доверительный интервал (95% ДИ). Результаты представлены в виде $M \pm m$. Для оценки статистической значимости различий между средними величинами при нормальном распределении использовался критерий *t* Стьюдента и тест Манна–Уитни при асимметричном распределении. При проверке гипотез о распределении признаков в группах определяли критерий χ^2 . Различия считали статистически значимыми при $p < 0.05$.

Результаты и их обсуждение. Основными показателями физического развития человека являются весовая и линейная составляющие [6]. Исследование основных антропометрических показателей физического развития – длины тела, массы тела и обхвата грудной клетки – выявило достоверно большее значение грудного периметра у мужчин–спортсменов по сравнению с представителями контрольной группы (таблица 1). Отсутствие различий у женщин можно объяснить тем, что основная группа представлена молодыми спортсменками преимущественно 1–го разряда, и по физическим критериям они мало отличаются от представителей контрольной группы, а также немногочисленностью выборки.

Таблица 1 – Основные показатели физического развития спортсменов различной специализации и не занимающихся спортом ($M \pm m$)

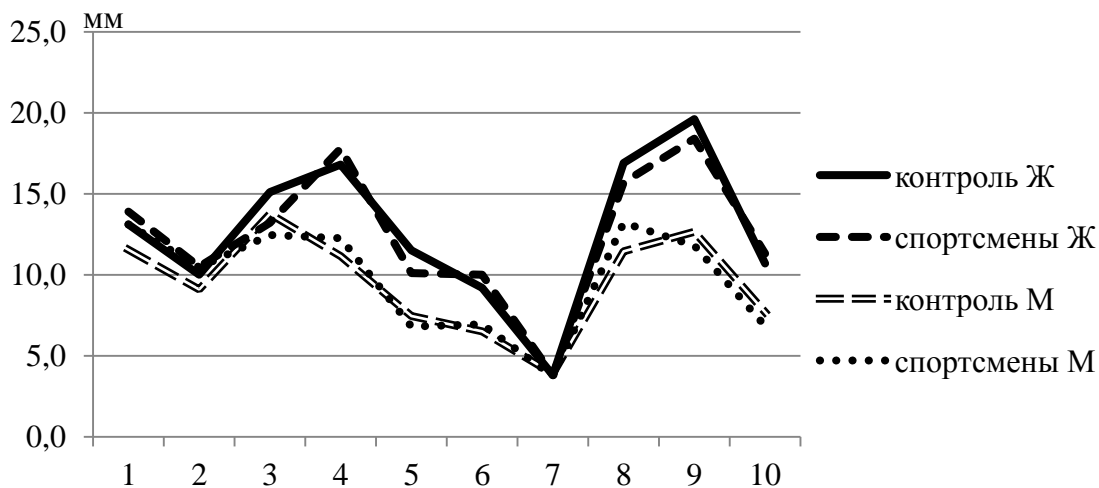
Показатель	Мужчины контроль (n=20)	Мужчины спортсмены (n=20)	p	Женщины контроль (n=10)	Женщины спортсмены (n=10)	p
Масса тела, кг	70.69±1.50	75.32±3.31	–	59.44±2.24	61.54±2.31	–
Обхват грудной клетки, мм	907.80±11.98	957.75±20.58	0.05	894.0±18.32	906.80±10.29	–
Длина тела, мм	1783.25±12.55	1762.25±14.66	–	1651.0±12.01	1661.0±20.79	–

Антропометрия продольных признаков выявила статистически значимые различия по значениям высоты передней подвздошно–остистой точки ($p=0.05$), верхнеберцовой точки ($p=0.01$) и длины голени ($p=0.01$) у мужчин. У спортсменов эти показатели ниже по сравнению с мужчинами контрольной группы. Обнаруженные различия свидетельствуют об укорочении нижних конечностей у спортсменов, в частности, за счет укорочения голени. Полученные результаты можно объяснить высоким физическим развитием мужчин основной группы, что согласуется с результатами других исследователей [18].

Толщина кожно–жировых складок является одним из важнейших показателей степени жировоголожения [6]. Анализ распределения жировой ткани по 10 точкам тела не выявил существенных различий по данному признаку у женщин и мужчин. Однако у спортсменок наблюдается тенденция к уменьшению кожно–жировой складки под лопаткой, на медиальной поверхности плеча, ки-

сти, животе, бедре. У мужчин-спортсменов обнаружена тенденция к уменьшению кожно-жировых складок на верхних (на задней и медиальной поверхности плеча, на кисти) и нижних (на бедре, на голени) конечностях по сравнению с контрольной группой (рисунок 1).

Полученные результаты можно объяснить высокими физическими нагрузками, в результате которых происходит уменьшение толщины кожно-жировых складок на местах наиболее интенсивной мышечной работы.



1 – КЖС на скуле; 2 – КЖС на подбородке; 3 – КЖС под лопаткой; 4 – КЖС на задней поверхности плеча; 5 – КЖС на медиальной поверхности плеча; 6 – КЖС на предплечье; 7 – КЖС на кисти; 8 – КЖС на животе; 9 – на бедре; 10 – КЖС на голени

Рисунок 1 – Профиль распределения кожно-жировых складок (КЖС) у спортсменов и не занимающихся спортом

Важнейшей характеристикой телосложения индивидуума и прогностическим фактором спортивной результативности является количественная оценка состава тела, а именно соотношение метаболически активных (мышечная, костная масса) и малоактивных (подкожные, внутренние жировые отложения) тканей [7]. Представители основной группы характеризовались более высоким значением мышечно-костного индекса: обхватные и габаритные размеры тела у спортсменов и спортсменок в большинстве случаев отличались более высокими значениями по сравнению с нетренированными лицами (таблица 2).

У спортсменов значения обхватов шеи, груди, плеча и предплечья достоверно превышали таковые у мужчин контрольной группы. Также у мужчин основной группы наблюдалось увеличение габаритных размеров по всем анализируемым параметрам по сравнению с контролем. Значения ширины эпифиза плеча и поперечного диаметра грудной клетки у женщин и у мужчин основной групп были достоверно выше по сравнению с не занимающимися профессионально спортом лицами. Кроме того, спортсменки отличались от контроля большей шириной плеч ($p < 0.05$).

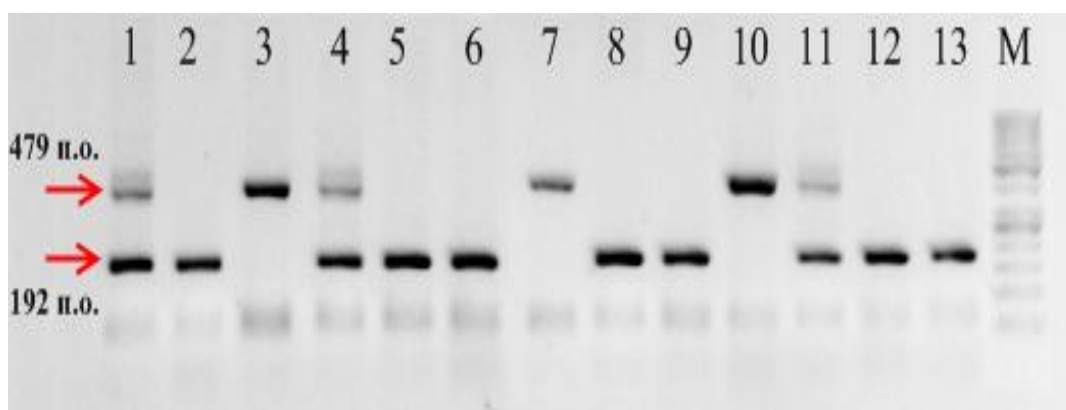
Анализ индексов физического развития выявил статистически значимые различия между мужчинами основной и контрольной групп по индексу Пинье. Большинство спортсменов (65%) характеризовались крепким телосложением, в то время как у представителей контрольной группы было отмечено хорошее и среднее (55%) и слабое (30%) телосложение ($p = 0.01$). Это говорит о том, что спортсмены имеют более гиперстеническое телосложение, чем нетренированные лица. Среди женщин распределение по крепости телосложения было следующим: хорошее и среднее (60%), крепкое (40%) – основная группа; хорошее и среднее (40%), крепкое (40%), слабое (20%) – контрольная группа. По другим индексам физического развития между исследуемыми группами не было обнаружено статистически значимых различий. Индивиды основной и контрольной групп характеризовались нормальной массой тела (значения весоростового индекса Кетле), умеренной упитанностью (значения индекса Рорера) и низким уровнем отложения подкожного жира (индекс отношения объема талии к объему бедер).

Таблица 2 – Характеристика обхватных и габаритных показателей спортсменов различной специализации и не занимающихся спортом ($M \pm m$)

Показатель (мм)	Мужчины контроль (n=20)	Мужчины спортсмены (n=20)	p	Женщины контроль (n=10)	Женщины спортсмены (n=10)	p
Обхват шеи	380.350±4.56	393.75±6.01	0.05	329.40±5.28	333.00±4.23	–
Обхват груди	907.80±11.98	957.75±20.58	0.05	894.00±18.32	906.80±10.29	–
Обхват талии	783.25±7.72	829.90±21.67	–	718.00±21.37	726.70±11.25	–
Обхват плеча	298.20±5.98	325.75±6.46	0.01	285.90±8.00	286.20±5.90	–
Обхват предплечья	266.50±3.32	282.15±5.47	0.05	235.20±7.86	229.40±3.62	–
Обхват запястья	178.95±1.71	183.25±2.36	–	161.00±3.66	161.10±1.46	–
Обхват бедра	522.45±7.64	540.25±8.99	–	562.50±11.83	543.50±11.67	–
Обхват голени	363.30±4.74	359.25±7.37	–	369.00±9.42	342.50±10.00	–
Обхват лодыжек	242.75±2.15	244.70±3.69	–	234.80±6.92	229.20±3.44	–
Косой обхват	1062.45±12.59	1090.75±17.51	–	1040.80±16.44	1060.00±22.30	–
Ширина эпифиза плеча	104.50±2.81	121.05±3.86	0.01	83.60±3.45	96.50±3.80	0.05
Ширина эпифиза предплечья	59.47±1.02	60.50±1.53	–	50.00±1.57	50.50±0.75	–
Ширина эпифиза бедра	127.10±2.26	136.00±3.71	–	144.00±4.40	141.50±5.33	–
Ширина эпифиза голени	80.10±3.39	82.00±2.00	–	81.00±3.06	83.50±3.08	–
Ширина плеч	425.00±3.32	433.50±7.99	–	367.60±7.77	386.00±5.72	0.05
Ширина таза	321.50±4.63	331.50±5.61	–	326.80±8.12	331.00±5.86	–
Поперечный диаметр грудной клетки	267.00±3.69	283.25±6.23	0.05	234.70±5.03	250.50±5.35	0.05
Сагиттальный диаметр грудной клетки	197.25±4.27	207.25±4.71	–	193.90±4.97	188.50±5.58	–

Многими исследователями в качестве интегральной характеристики состояния здоровья человека рассматривается уровень функционирования системы кровообращения, учитывающий как функциональные резервы организма, так и степень напряжения регуляторных механизмов [18; 19]. Изучение гемодинамической функции показало, что у всех обследуемых значения показателя ИФИ соответствовали среднему уровню адаптации. Однако у спортсменов и спортсменок уровень САД/ДАД был несколько выше, чем у представителей контрольной группы. Данный факт может быть объяснен наблюдаемой у спортсменов большей крепостью телосложения, ведущей к снижению эффективности функционирования системы кровообращения [20].

По результатам молекулярно–генетического тестирования по *Alu I/D* полиморфизму гена *ACE* у мужчин–спортсменов и мужчин, не занимающихся профессионально спортивной деятельностью, установлено наличие трех генотипов: гомозигот II, DD и гетерозиготы ID (рисунок 2).



- М – ДНК–маркер (50 bp DNA–ladder);
 1, 4, 11 – продукты амплификации ДНК индивидуумов с генотипом I/D;
 2, 5, 6, 8, 9, 12, 13 – продукты амплификации ДНК индивидуумов с генотипом D/D;
 3, 7, 10 – продукты амплификации ДНК индивидуумов с генотипом I / I

Рисунок 2 – Фрагмент электрофореграммы результатов ПЦР–анализа полиморфизма Alu I/D гена ACE

Данные о распределении частот генотипов и аллелей гена *ACE* у спортсменов и не тренирующихся мужчин приведены в таблице 3. По результатам анализа частоты распределения I/D полиморфизма гена *ACE* по генотипам у мужчин контрольной группы составили: 20.0% – II, 60.0% – ID, 20.0% – DD. Соотношение частот аллелей I и D составило 50.0% и 50.0% соответственно, что соответствует литературным данным о распределении частот генотипов и аллелей гена *ACE* в белорусской популяции [21].

У спортсменов генотипы II, ID, DD были детектированы с частотой 10.0, 50.0 и 40.0% соответственно. D–аллель встречалась с частотой 65.0%, I–аллель – 35.0%. Проведенное генотипирование мужчин показало статистически значимое преобладание генотипа DD и аллели D у спортсменов по сравнению с контрольной группой ($p=0.02$).

Таблица 3 – Распределение генотипов и аллелей гена *ACE* в исследованных выборках

Группа	Генотип						Аллель	
	II		ID		DD		I	D
	n	%	n	%	n	%	%	%
Спортсмены, n=20	2	10.0	10	50.0	8	40.0	35.0	65.0
Контроль, n=20	4	20.0	12	60.0	4	20.0	50.0	50.0

Большинство обследованных спортсменов (85%) являлись представителями ациклических видов спорта (дзюдо, греко–римская борьба, вольная борьба, гиревой спорт, метание диска). Спортивные ациклические движения по характеру работы мышц преимущественно связаны с максимальной мобилизацией силы и скорости сокращения. Спортивной борьбе, в частности, свойственен широкий диапазон физических характеристик движений: скорости, темпа, точности, прилагаемых усилий, амплитуды, динамических моментов, требующих мощных напряжений [22]. Выявленная более высокая частота *ACE* D–аллели у спортсменов по сравнению с контрольной группой свидетельствует о том, что носительство делеции в гене *ACE* благоприятствует развитию и проявлению качеств силы и скорости, что находит подтверждение в многочисленных исследованиях, посвященных изучению I/D полиморфизма гена *ACE* [1; 14; 15]. Отсутствие Alu–повторов 287 п.н. в интроне 16 ассоциируется с высокой активностью ангиотензинпревращающего фермента в тканях [23]. Это характерно и для скелетных мышц. Учеными показана ассоциация аллели D с максимальными значениями композиционных показателей [13]. Таким образом, обнаруженные нами высокое значение мышечно–костного индекса и выраженная гипертрофия скелетных мышц (повышенные значения обхватных и габаритных показателей) у спортсменов обусловлены наличием делеции в гене *ACE*.

В ряде исследований показано, что носительство генотипа DD, обуславливающего повышенное содержание в крови фермента ACE, может приводить к нарушениям в функционировании сердечно-сосудистой системы и другим кардиоваскулярным расстройствам [23; 24]. В связи с этим, аллель D гена ACE рассматривают в качестве маркера риска развития артериальной гипертензии, инфаркта миокарда, ишемической болезни, гипертрофии левого желудочка сердца, сахарного диабета [23; 24; 25]. В нашем исследовании мужчины, занимающиеся профессионально спортом, имели повышенные значения систолического и диастолического артериального давления по сравнению с мужчинами контрольной группы. Вероятно, существует прямая связь между достоверным преобладанием аллели D в группе спортсменов с наблюдаемым у них повышенным уровнем АД.

Выводы. Антропогенетическое исследование спортсменов и лиц, не занимающихся профессионально спортивной деятельностью, обнаружило значительные различия у испытуемых по ряду антропометрических и функциональных показателей, свидетельствующие о более высоком физическом развитии, лучшей слаженности обменных процессов и более экономичной деятельности ведущих функциональных систем организма у регулярно тренирующихся индивидов. У мужчин-спортсменов достоверно чаще встречается генотип DD и аллель D гена ACE. Показано, что носительство генотипа DD способствует высоким достижениям в видах спорта, требующих преобладающего проявления скоростно-силовых качеств. С другой стороны, у носителей генотипа DD ACE более выражен риск развития сердечно-сосудистых осложнений.

ЛИТЕРАТУРА

- 1 Дятлов, Д.А. Достижения современной спортивной генетики / Д.А. Дятлов [и др.] // Теория и практика физической культуры. – 2008. – №4. – С. 3–5.
- 2 Вьялшин, И.Т. Информативность морфологических показателей спортивной перспективности боксеров на этапе спортивного совершенствования: автореф. ... канд. пед. наук: 13.00.04; 14.03.01 / И.Т. Вьялшин. – Малаховка, 2010. – 26 с.
- 3 Ахметов, И.И. Использование ДНК-технологий для реализации концепции спортивно-ориентированного физического воспитания учащихся школ / И.И. Ахметов, И.В. Астратенкова, А.И. Комкова // Набережные Челны: Физическая культура: воспитание, образование, тренировка. – 2006. – №1. – С. 28–31.
- 4 Никитина, Т.М. Оценка двигательной одаренности с учетом особенностей пальцевой дерматоглифики спортсменов, специализирующихся в видах спорта, направленных на развитие выносливости, скоростно-силовых и координационных способностей: автореф. ... дис. канд. пед. наук: 13.00.04 / Т.М. Никитина. – Москва, 1998. – 21 с.
- 5 Фаустович, В.В. Физическое развитие студентов-борцов / В.В. Фаустович, Л.В. Гогунская // Матер. 55 Междунар. студ.науч.конфер., г. Минск, 2002. – С. 71–72.
- 6 Писков, С.И. Особенности телосложения женщин-борцов различной квалификации / С.И. Писков // Вестник Томского государственного университета – 2009. – №319. – С. 195–197.
- 7 Никитюк, Д.Б. Применение антропометрического подхода в практической медицине: некоторые клинико-антропологические параллели / Д.Б. Никитюк, А.Л. Поздняков // Вопросы питания – 2007. – Т.76. – №4. – С. 26–29.
- 8 Ахметов, И.И. Молекулярная генетика спорта: монография / И.И. Ахметов – М.: Советский спорт, 2009. – 268 с.
- 9 Астратенкова, И.В. Оценка суммарного вклада аллелей генов в определение предрасположенности к спорту / И.В. Астратенкова [и др.] // Теория и практика физической культуры. – 2008. – №3. – С. 67–72.
- 10 Brookes, A.J. The essence of SNP / A.J. Brookes // Gene. – 1999. – Vol.234. – P. 177–186.
- 11 Bouchard, C. Genetic and molecular aspects of sport performance / C. Bouchard, E. Hoffman. – UK: Blackwell Publishing, 2011. – 404 p.
- 12 Леконцев, Е.В. Генетическая обусловленность некоторых показателей физических способностей человека: автореф. ... канд. биол. наук: 03.00.15 / Е.В. Леконцев. – Москва, 2007. – 22 с.
- 13 Макаров, С.В. Полиморфизм гена ангиотензинпревращающего фермента, альфа-актина-3 и антропометрические характеристики / С.В. Макаров [и др.] // Медицинская генетика. – 2007. – Т.6. – №1. – С. 43–47.
- 14 Ворошин, И.Н. Зависимость общей выносливости от полиморфизма гена ACE у спортсменов. / И.Н. Ворошин, И.В. Астратенкова // Физиология человека. – 2008. – Т.34. – №1. – С. 129–131.
- 15 Ахметов, И.И. Использование молекулярно-генетических методов для прогноза аэробных и анаэробных возможностей у спортсменов / И.И. Ахметов, Д.В. Попов, И.В. Астратенкова // Физиология человека. – 2008. – Т.34. – №3. – С. 86–91.
- 16 Белая, С.С. Морфология (с основами спортивной антропологии): прогр.-метод. комплекс / С. С. Белая, О. А. Ковалева. – Минск: БГПУ, 2006. – 81 с.

- 17 Лебедь, Т.Л. Молекулярно–генетическое типирование полиморфизмов. Сборник методических рекомендаций / Т.Л. Лебедь, П.М. Лазарев, И.Н. Гейчук. – Пинск: ПолесГУ, 2011. – 72 с.
- 18 Мишкова, Т.А. Морфофункциональные особенности и адаптационные возможности современной студенческой молодежи в связи с оценкой физического развития: автореф. ... дис. канд. биол. наук: 03.03.02 / Т.А. Мишкова. – Москва, 2010. – 24 с.
- 19 Пинигина, И.А. Структурно–функциональные изменения сердечно–сосудистой системы при высокой спортивной активности у коренных жителей Якутии / И.А. Пинигина, Н.В. Махарова, С.Г. Кривошеков // Физиология человека – 2010. – Т.36. – №2. – С. 130–137.
- 20 Соколов, А.Я. Показатели физического развития и кардиореспираторной системы у студентов СМУ в зависимости от особенностей телосложения / А.Я. Соколов, И.В. Суханова // Валеология. – 2006. – №1. – С. 46–50.
- 21 Сивицкая, Л.Н. Полиморфизм генов ренин–ангиотензиновой системы в шести этнографических регионах Беларуси / Л.Н. Сивицкая [и др.] // Генетика. – 2008. – Т.44. – С. 702–709.
- 22 Шимченко, М.В. Зависимость приемов дзюдо от антропометрических особенностей спортсменов / М.В. Шимченко // Успехи современного естествознания. – 2010. – № 9. – С. 180–182.
- 23 Виноградова, С.В. Роль I/D полиморфизма гена ангиотензинпревращающего фермента в развитии артериальной гипертензии / С.В. Виноградова, В.И. Целуйко // Украинский кардиологический журнал. – Киев. – 2004. – №2. – С.103–109.
- 24 Топчиева, Л.В. Роль полиморфизма гена ангиотензинпревращающего фермента в развитии сердечно–сосудистых заболеваний у жителей Карелии / Л.В. Топчиева [и др.] // Медицинская генетика. – 2009. – Т.8. – №11. – С. 23–27.
- 25 Аль–Обади, И.С. Генные маркеры как предикторы внезапной сердечной смерти в спорте / И.С. Аль–Обади, А.В. Смоленский // Российский кардиологический журнал. – 2007. – Т.63. – №1. – С. 57–61.

ANTHROPOGENETIC PREDICTION OF THE SPORT ACTIVITY RESULTS

***I.YU. GROBOVIKOVA, T.L. LEBED, N.G. SOLOVYOVA,
G.A. PISARCHIK, S.B. MELNOV***

Summary

The criteria of the predisposition selection to sports performance have been investigated using materials of comprehensive morphofunctional and anthropogenetic assessment of sportsmen and persons, who are not engaged in professionally sports activity. Results of research have shown, that regular physical activities essentially influence a morphotype of the athletes. Features of a constitution and functional characteristics of cardiovascular system can be used for an assessment of level of physical development and prospects in the chosen sport. ACE genotypes are associated with anthropometric and functional characteristics of athletes.

Keywords: sports predisposition, gene polymorphism, anthropometric parameters, hemodynamic parameters.

© Гробовикова И.Ю., Лебедь Т.Л., Соловьева Н.Г., Писарчик Г.А., Мельнов С.Б.

Поступила в редакцию 12 марта 2012г.